

引用格式:

危跃, 邢云飞, 刘旭东, 覃彪. 编烟密度对怀化雪茄烟叶品质的影响[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2023, 49(2): 165–169.

WEI Y, XING Y F, LIU X D, QIN B. Effect of weaving density on the quality of Huaihua cigar tobacco leaves[J]. Journal of Hunan Agricultural University(Natural Sciences), 2023, 49(2): 165–169.

投稿网址: <http://xb.hunau.edu.cn>



## 编烟密度对怀化雪茄烟叶品质的影响

危跃<sup>1</sup>, 邢云飞<sup>3,4</sup>, 刘旭东<sup>2</sup>, 覃彪<sup>1\*</sup>

(1.湖南省烟草公司怀化市公司, 湖南 怀化 418000; 2.湖南省烟草公司怀化市公司麻阳苗族自治县分公司, 湖南 怀化 419400; 3.河南农业大学烟草学院, 河南 郑州 450002; 4.国家烟草行业栽培生理生化重点实验室, 河南 郑州 450002)

**摘要:** 以‘古巴7号’雪茄烟中部叶为材料, 测定3种编烟密度(30、35和40片/m)下雪茄烟叶的物理特性、化学成分和中性致香物质含量。结果表明: 随着编烟密度的增加, 雪茄烟叶单叶质量、叶片厚度和叶质重逐渐降低, 含梗率、拉力和平衡含水率烟碱含量则逐渐增加; 当编烟密度为35片/m时, 蛋白质含量最低, 总糖和还原糖含量最高; 当编烟密度从30片/m增加至35片/m时, 烟叶新植二烯含量逐渐升高, 当编烟密度从35片/m提高至40片/m时, 其含量降低45.74%, 导致烟叶的中性致香物质总量也降低; 类西柏烷类降解产物也呈现相同的变化趋势。综上, 编烟密度为35片/m时, 雪茄烟叶的物理特性较好, 化学成分较协调, 中性致香物质含量较高, 有利于雪茄烟叶品质的形成。

**关键词:** 雪茄烟叶; 编烟密度; 烟叶品质; 怀化

中图分类号: S572.092

文献标志码: A

文章编号: 1007–1032(2023)02–0165–05

## Effect of weaving density on the quality of Huaihua cigar tobacco leaves

WEI Yue<sup>1</sup>, XING Yunfei<sup>3,4</sup>, LIU Xudong<sup>2</sup>, QIN Biao<sup>1\*</sup>

(1.Huaihua Tobacco Company of Hunan Province, Huaihua, Hunan 418000, China; 2.Mayang Miao Autonomous County, Huaihua Tobacco Company, Huaihua, Hunan 419400, China; 3.College of Tobacco, Henan Agricultural University, Zhengzhou, Henan 450002, China; 4.National Key Laboratory of Cultivation Physiology and Biochemistry in Tobacco Industry, Zhengzhou, Henan 450002, China)

**Abstract:** The physical characteristics, chemical components, and neutral aroma components of cigar tobacco leaves were measured under three different cigarette weaving densities (30, 35, and 40 pieces/m) using Cuba No. 7 central leaf as the material. The results showed that with the increase of weaving density, the single leaf mass, leaf thickness, and leaf mass weight of cigar tobacco gradually decreased, while the stem content, tensile force, and equilibrium moisture content gradually increased. When the density of woven tobacco was 35 pieces/m, the protein content was the lowest, while the total sugar and reducing sugar were the highest. The nicotine content increased with the increase of woven tobacco density. When the density of woven tobacco increased from 30 pieces/meter to 35 pieces/m, the content of neophytadiene in tobacco leaves gradually increased. When the density of woven tobacco increased from 35 pieces/m to 40 pieces/m, neophytadiene content decreased by 45.74%, resulting in a decrease in the total amount of neutral aroma compounds in tobacco leaves, and a similar trend in the degradation products of cembranoid. In summary, when the weaving density is 35 pieces/m, the physical properties of cigar tobacco leaves are better, the chemical components are more coordinated, and the content of neutral aroma substances is higher, which is conducive to the formation of cigar tobacco quality.

收稿日期: 2022–06–27

修回日期: 2022–12–28

基金项目: 湖南省烟草公司怀化市公司科技项目(怀烟叶技 2020001 号)

作者简介: 危跃(1983—), 男, 湖南怀化人, 硕士研究生, 助理农艺师, 主要从事烟叶生产技术研究, 42684406@qq.com; \*通信作者, 覃彪, 经济师, 主要从事烟叶生产经营研究, qinbiao2002@163.com

**Keywords:** cigar tobacco leaves; tobacco weaving density; tobacco quality; Huaihua

古巴、多米尼加、印度尼西亚等国家被认为是生产优质雪茄烟叶的较适宜地区,其中以古巴最为著名<sup>[1-2]</sup>。湖南省怀化地区地处湘西北云贵高原余脉,是湖南省开展雪茄烟叶引种、试种的地区之一,具有发展成为优质雪茄烟叶产地的潜力。

雪茄烟叶的调制是提升烟叶品质的关键<sup>[3-4]</sup>,但目前尚未形成雪茄烟叶晾制工艺标准。时向东等<sup>[5]</sup>研究发现,晾制温度为 28~42 °C 时,茄衣烟叶中淀粉酶和转化酶的活性较高,有利于碳水化合物的降解;徐世杰等<sup>[6]</sup>研究表明,29~43 °C 晾制能够加快烟叶色素的降解;卢绍浩等<sup>[7]</sup>研究了不同相对湿度晾制对雪茄烟叶碳氮代谢的影响,结果显示,50%~80% 的相对湿度有利于烟叶保持较高的碳氮代谢酶活性,进而改善烟叶内在品质。鉴于不同编烟密度对雪茄烟品质影响较大,笔者尝试通过改变单位烟杆长度下的编烟数量来控制编烟密度,分析不同编烟密度下雪茄烟品质的变化,寻求适宜的雪茄烟编烟密度,以期为湖南雪茄烟生产提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

‘古巴 7 号’雪茄烟种子由河南农业大学烟草学院提供。

### 1.2 方法

试验于 2021 年在湖南省怀化市麻阳县石羊哨乡洞溪村(27°86'26"N、109°64'26"E)进行。试验田地势平坦,灌溉便捷,土壤为红色沙壤土质,耕层肥力均匀,前茬作物为水稻。土壤耕层基础肥力:碱解氮 189.00 mg/kg,速效磷 25.23 mg/kg,速效钾 48.87 mg/kg;土壤 pH 为 4.98。

雪茄烟采取漂浮育苗,“井窖式”膜上移栽,行距 120 cm、株距 40 cm,5 月 7 日移栽。氮肥用量为 210 kg/hm<sup>2</sup>,N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 的质量比为 1.0 : 1.5 : 3.0。50% 的氮肥、50% 的钾肥和全部磷肥作基肥条施,剩余 50% 的氮肥和 50% 的钾肥分别于移栽后 20 d 和 30 d 溶水灌根;烟株初花打顶,除去 3~4 片脚叶,其他田间管理与优质雪茄烟生产规程一致。

采收中部烟叶(除去底脚叶后自下而上第 9~12

片叶),设 3 个处理(3 种编烟密度):B1,30 片/m;B2,35 片/m;B3,40 片/m。采用烟杆编烟,烟杆长度统一为 1.6 m,每种编烟密度选取 30 杆素质一致的烟叶进行调制。试验晾房长 31.5 m、宽 11.7 m、高 4.5 m,具有强制排湿和控温功能。根据优质雪茄烟叶调制需求,预设调制工艺:凋萎期,相对湿度 85%~90%,温度 25~28 °C,时间 3~5 d;变黄期,相对湿度 80%~85%,温度 28~30 °C,时间 5~8 d;变褐期,相对湿度 75%~80%,温度 30~35 °C,时间 5~8 d;定色期,相对湿度 45%~55%,温度 33~35 °C,时间 5~8 d;干筋期,相对湿度 30%~40%,温度 35~40 °C,时间 5~6 d。预设烟杆距离:凋萎期 30~35 cm;变黄和变褐期 20~30 cm;定色和干筋期 15~20 cm。

烟叶调制下架后,各处理挑选 1 kg 烟叶于恒温恒湿箱(BSC-250、上海博讯医疗生物仪器股份有限公司)内进行初次发酵,设置温度为 45 °C,相对湿度为 80%,发酵时间为 30 d。发酵完成后,各处理取 0.5 kg 烟叶用于物理特性的测定;其余烟叶于烘箱内 45 °C 烘干至恒重,将其磨碎过孔径 0.25 mm 的筛网,用于常规化学成分和中性致香物质的测定。

### 1.3 测定项目及方法

1) 将晾房长度平均分为 3 个部分,每个部分固定放置 1 个处理。晾制开始时,将温湿度计(GSP-6、江苏省精创电气股份有限公司)挂于各个处理的中间位置,随着烟叶的升杆移动温湿度计。在晾制的当天和第 5、第 15、第 20、第 25 和第 30 天的 08:00—17:00,每隔 1 h 记录 1 次温度和相对湿度。

2) 使用 BHZ-1 薄片厚度计测定烟叶叶片厚度;用 ZKW-3 型薄片抗张强度试验机测定拉力;称重法测定烟叶单叶质量和叶质重;参考文献[8]的方法测定烟叶含梗率和平衡含水率。

3) 参考文献[9-14]的方法,测定烟叶中的总氮、烟碱、蛋白质、总糖、还原糖、氯离子、钾离子含量。

4) 采用水蒸气蒸馏-二氯甲烷溶剂萃取法<sup>[15]</sup>提取香气物质,采用气质联用仪(HP5890-5972)对中性香气成分进行定性和定量测定。

1.4 数据分析

运用 Excel 2016 和 SPSS 25.0 进行数据处理，选用 Duncan’s 法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 编烟密度对晾房内温度和相对湿度的影响

由表 1 可知，同一晾制时间，随着编烟密度的

增加，晾房内温度逐渐降低，相对湿度逐渐增加；随着晾制的进行，相同处理环境温度均逐渐提高，相对湿度逐渐降低，在第 25 天时趋于稳定。在 5~25 d，晾房内温度和相对湿度变化较快，B1 的温度始终保持最高，相对湿度保持最低；B3 的则相反，B1 与 B3 间差异显著；在 15~20 d 内，3 个编烟密度间的差异均达到显著水平。

表 1 不同编烟密度处理晾房的温度和相对湿度

| Table 1 Temperature and humidity of air drying room with different tobacco weaving densities |    |               |                |        |    |               |                |
|--|----|---------------|----------------|--------|----|---------------|----------------|
| 晾制天数/d   | 处理 | 温度/℃          | 相对湿度/%         | 晾制天数/d | 处理 | 温度/℃          | 相对湿度/%         |
| 0  | B1 | 26.82±0.97    | 91.18±2.56     | 20     | B1 | (33.38±1.54)a | (64.73±2.11)b  |
|  | B2 | 26.56±0.88    | 91.85±0.97     |        | B2 | (31.79±1.36)b | (65.27±2.51)ab |
|  | B3 | 26.45±1.25    | 91.79±1.16     |        | B3 | (31.64±1.22)b | (65.64±1.43)a  |
| 5  | B1 | (28.31±1.27)a | (85.46±1.48)bc | 25     | B1 | 36.63±1.33    | 51.45±2.15     |
|  | B2 | (27.45±1.06)b | (85.94±1.12)b  |        | B2 | 35.34±1.11    | 51.64±3.42     |
|  | B3 | (27.24±2.26)b | (87.01±1.97)a  |        | B3 | 35.16±1.31    | 51.26±2.51     |
| 10   | B1 | (30.44±1.47)a | (80.36±1.22)c  | 30     | B1 | 36.68±1.11    | 51.33±2.56     |
|  | B2 | (28.15±1.34)b | (82.17±2.41)b  |        | B2 | 35.44±1.26    | 51.45±2.24     |
|  | B3 | (27.46±1.19)c | (84.47±2.63)a  |        | B3 | 35.28±1.44    | 51.20±2.36     |
| 15   | B1 | (32.26±1.45)a | (75.44±3.15)c  |        |    |               |                |
|  | B2 | (31.04±1.07)b | (76.58±2.55)b  |        |    |               |                |
|  | B3 | (30.25±1.45)c | (77.96±1.48)a  |        |    |               |                |

同列不同字母表示同一晾制时间编烟密度间的差异有统计学意义(P<0.05)。

2.2 编烟密度对雪茄烟叶物理特性的影响

由表 2 可知，雪茄烟叶单叶质量、叶片厚度和叶质重随着编烟密度的增加而降低，以 B1 的最高，

且与 B3 的差异显著；烟叶含梗率、拉力和平衡含水率则呈现相反的趋势，均以 B3 的最高，编烟密度间烟叶含梗率和平衡含水率差异均达到显著水平。

表 2 不同编烟密度的雪茄烟叶的物理特性

| Table 2 Physical properties of cigar leaves with different tobacco weaving densities |              |                     |                          |           |               |               |
|--|--------------|---------------------|--------------------------|-----------|---------------|---------------|
| 处理   | 单叶质量/g       | 叶片厚度/mm             | 叶质重/(g m <sup>-2</sup> ) | 拉力/N      | 含梗率/%         | 平衡含水率/%       |
| B1   | (9.85±0.21)a | (0.076 5±0.002 5)a  | (74.61±2.12)a            | 1.30±0.12 | (17.98±0.10)c | (13.07±0.33)c |
| B2   | (9.74±0.16)a | (0.071 2±0.001 4)ab | (61.91±2.45)b            | 1.41±0.11 | (19.23±0.11)b | (14.08±0.12)b |
| B3   | (9.06±0.09)b | (0.066 1±0.002 3)b  | (59.19±2.33)c            | 1.44±0.12 | (22.09±0.08)a | (15.26±0.26)a |

同列不同字母表示同一晾制时间编烟密度间的差异有统计学意义(P<0.05)。

2.3 编烟密度对雪茄烟叶化学成分的影响

从表 3 可以发现,B1 烟叶蛋白质含量达到最大值，为 8.25%，B2 烟叶的最低，为 8.00%，编烟密度间的差异显著。总糖和还原糖变化规律相反，B1 烟叶的含量最低，分别为 1.89%和 1.58%；B2 的含量最高，分别为 2.43%和 2.09%，编烟密度间的差

异均达到显著水平。烟碱含量随编烟密度增加呈升高趋势，B1 烟叶的最低，为 1.24%；B3 烟叶的最高，为 1.98%，编烟密度间的差异显著。由于总氮含量接近，烟碱呈升高趋势，故氮碱比呈降低趋势。编烟密度间烟叶钾和氯离子含量以及钾氯比差异不显著。

表 3 不同编烟密度处理的雪茄烟叶的化学成分

| Table 3 Chemical constituents of cigar leaves with different tobacco weaving densities |           |              |              |              |              |           |           |           |              |
|--|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| 处理   | 总氮/%      | 蛋白质/%        | 总糖/%         | 还原糖/%        | 烟碱/%         | 氯/%       | 钾/%       | 钾氯比       | 氮碱比          |
| B1   | 3.58±0.05 | (8.25±0.10)a | (1.89±0.03)c | (1.58±0.18)c | (1.24±0.01)c | 1.26±0.01 | 3.09±0.03 | 2.45±0.02 | (2.89±0.06)a |
| B2   | 3.59±0.05 | (8.00±0.02)c | (2.43±0.01)a | (2.09±0.12)a | (1.55±0.04)b | 1.27±0.01 | 3.09±0.01 | 2.43±0.01 | (2.32±0.05)b |
| B3   | 3.58±0.03 | (8.14±0.05)b | (2.03±0.06)b | (1.76±0.07)b | (1.98±0.02)a | 1.26±0.01 | 3.04±0.02 | 2.41±0.01 | (1.81±0.03)c |

同列不同字母表示编烟密度间的差异有统计学意义( $P<0.05$ )。

2.4 编烟密度对雪茄烟叶中性致香成分的影响

雪茄烟叶 5 大类中性致香物质按含量高低进行排序, 依次为新植二烯、类胡萝卜素类降解产物、类西柏烷类降解产物、棕色化反应产物和苯丙氨酸降解产物。从表 4 可见, 中性致香成分含量以 B2 烟叶的最高, B3 的最低, B3 较 B2 降低了 36.04%。新

植二烯含量占中性致香物质总量的 64.56%~76.21%, 新植二烯含量仍以 B2 烟叶的最高, B3 的较 B2 降低 45.74%。另外, 烟叶类西柏烷类降解产物随着编烟密度的增加逐渐降低。烟叶各类中性致香成分含量受编烟密度的影响不大, 含量较为一致。

表 4 不同编烟密度雪茄烟叶的中性致香成分含量

| Table 4 The content of neutral aroma components in cigar leaves with different tobacco weaving densities |        |            |           |         |          |      | μg/g |
|--|--------|------------|-----------|---------|----------|------|------|
| 处理   | 新植二烯   | 类胡萝卜素类降解产物 | 类西柏烷类降解产物 | 棕色化反应产物 | 苯丙氨酸降解产物 | 其他   |      |
| B1   | 697.84 | 161.09     | 47.20     | 27.51   | 19.34    | 1.72 |      |
| B2   | 774.47 | 155.89     | 43.95     | 22.42   | 17.89    | 1.70 |      |
| B3   | 420.26 | 169.92     | 15.86     | 21.91   | 21.33    | 1.68 |      |

3 结论与讨论

通过不同的编烟密度改变室内温度、相对湿度和空气流速等形成不同的晾房小环境, 因而烟叶的品质有所差异<sup>[16-17]</sup>。本研究条件下, 随着编烟密度的加大, 烟叶水分散失较慢, 物质转化较为充分, 叶片结构疏松, 因此单叶质量、叶片厚度、叶质重相应减小。拉力随着编烟密度加大而增加, 这可能是由于编烟密度为 40 片/m 时, 烟叶内大分子物质降解充分, 形成较多的油分物质, 而拉力与油分密切相关<sup>[18]</sup>。平衡含水率增加, 则是由于编烟密度的加大促进了亲水小分子物质的形成, 进而提高了烟叶平衡含水率<sup>[19]</sup>。

研究表明, 每种蛋白酶都会在某个温度下活性呈最高值, 当低于或高于这个温度, 蛋白酶活性会逐渐降低, 直到完全失活<sup>[20]</sup>。笔者认为, 35 片/m 的编烟密度所带来的温湿度环境较其余 2 个处理更有利于发挥蛋白酶活性, 促进蛋白质分解, 故蛋白质含量最低。相同原理, 35 片/m 的温湿度环境更有利于淀粉酶发挥作用, 故总糖及还原糖含量较高。烟碱可以与亚硝酸盐和氮氧化物作用形成烟草特有亚硝胺(TSNA), 而这种反应往往是在微生物的作用下发生的<sup>[21-22]</sup>。随着编烟密度的加大, 晾房内

空气相对湿度逐渐增加, 温度降低, 烟叶酶的活性逐渐下降, 进而导致烟碱的含量增加。另外, 各编烟密度雪茄烟叶总氮、氯、钾和钾氯比指标值较为接近, 变化无规律可循, 可能是这 4 个指标主要由烟田基础肥力、施肥水平及大田管理措施等因素决定, 受晾制密度的影响较小。

新植二烯是叶绿素的降解产物, 而叶绿素的分解与烟叶水分密切相关。随着编烟密度的增加, 烟叶失水逐渐变慢, 叶绿素能够充分地降解<sup>[23-24]</sup>。但本研究显示, 40 片/m 编烟密度烟叶的新植二烯含量反而较低, 这可能是晾制前期温度较低, 叶绿素降解较慢, 而晾制后期温度升高较快, 烟叶失水较快, 造成部分叶绿素无法降解。较高的编烟密度烟叶需要更长的变黄期, 才能使烟叶叶绿素得到充分降解。当编烟密度为 35 片/m 时, 烟叶类西柏烷类降解产物含量最高, 这可能是因为类西柏烷类降解产物的前体物质是烟草腺毛分泌物<sup>[25]</sup>, 其主要存在于烟叶的角质层, 即烟叶的最表层, 其水分含量与空气相对湿度关系较大, 而降解腺毛分泌物的酶需要一定的含量水分和适宜的温度。随着编烟密度的加大, 晾房内空气相对湿度增加, 温度降低, 烟叶水分含量散失较慢, 因此烟叶类西柏烷类降解产物含量逐渐增加。而 40 片/m 编烟密度烟叶的类西柏



烷类降解产物含量仍最低,可能是晾制后期温度升高较快,烟叶角质层水分散失较快,相关酶活性降低,腺毛分泌物不能得到充分降解的缘故。

雪茄烟叶晾制与烤烟烘烤相比,晾房内温度较低,气流速度较慢,晾制时间较长,编烟密度对温度和相对湿度的影响更大。烟叶调制主要是通过改变调制环境的温湿度,促进烟叶品质的形成,故雪茄烟叶编烟密度对烟叶品质影响较大。综上,按 35 片/m 的编烟密度进行晾制,雪茄烟叶化学成分适宜,中性致香物质含量较高,应可在湖南怀化烟区推广应用。

### 参考文献:

- [1] 李爱军,秦艳青,代惠娟,等. 国产雪茄烟叶科学发展刍议[J]. 中国烟草学报, 2012, 18(1): 112–114.
- [2] 王琰琰,刘国祥,向小华,等. 国内外雪茄烟主产区及品种资源概况[J]. 中国烟草科学, 2020, 41(3): 93–98.
- [3] 张发明,杨虹琦,何伟,等. 不同品种烤烟烟叶调制前后理化特性分析[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2010, 36(1): 30–33.
- [4] 张倩颖,罗诚,李东亮,等. 雪茄烟叶调制及发酵技术研究进展[J]. 中国烟草学报, 2020, 26(4): 1–6.
- [5] 时向东,顾会战,汪文杰,等. 调制过程中温度对雪茄外包皮烟叶碳水化合物动态变化的影响[J]. 河南农业大学学报, 2006, 40(2): 133–136.
- [6] 徐世杰,王洁,王慧方,等. 调制过程中不同温湿度条件对海南雪茄茄衣烟叶质量的影响[J]. 山东农业科学, 2016, 48(1): 29–34.
- [7] 卢绍浩,张嘉雯,赵喆,等. 晾制湿度对雪茄烟叶碳氮代谢关键酶活性及品质的影响[J]. 中国烟草学报, 2020, 26(4): 26–34.
- [8] 吉书文,滕兆波. 烟草物理检测[M]. 郑州:河南科学技术出版社, 1997.
- [9] YC/T 161—2002 烟草及烟草制品 总氮的测定 连续流动法[S].
- [10] YC/T 160—2002 烟草及烟草制品 总植物碱的测定 连续流动法[S].
- [11] YC/T 249—2008 烟草及烟草制品 蛋白质的测定 连续流动法[S].
- [12] YC/T 159—2019 烟草及烟草制品 水溶性糖的测定 连续流动法[S].
- [13] YC/T 162—2011 烟草及烟草制品 氯的测定 连续流动法[S].
- [14] YC/T 217—2007 烟草及烟草制品 钾的测定 连续流动法[S].
- [15] 贺凌霄,薛刚,孙聚涛,等. 外源赤霉素对烤烟叶面腺毛和香气物质的影响[J]. 河南农业科学, 2021, 50(1): 52–59.
- [16] 刘国顺. 烟草栽培学[M]. 北京:中国农业出版社, 2003.
- [17] 赵松超,李一凡,刘博远,等. 晾制密度对雪茄烟叶膜脂过氧化作用及品质的影响[J]. 作物学报, 2019, 45(7): 1090–1098.
- [18] 邓弋戈,丁松爽,朱家明,等. 晾制密度对雪茄烟主要含氮化合物变化规律的影响[J]. 中国农业科技导报, 2021, 23(5): 168–175.
- [19] 牛亚军,叶江平,陈晓明,等. 贵州烤烟部分化学成分与平衡含水率的关系[J]. 安徽农业大学学报, 2014, 41(4): 560–563.
- [20] 王瑞新. 烟草化学[M]. 北京:中国农业出版社, 2003.
- [21] 曾凡海,李卫,周冀衡,等. 烟草特有亚硝胺(TSNA)的研究进展[J]. 中国农学通报, 2010, 26(10): 82–86.
- [22] WIERNIK A, CHRISTAKOPOULOS A, JOHANSSON L, et al. Effect of air curing on the chemical composition of tobacco[J]. Recent Advances in Tobacco Science, 1995, 21: 39–80.
- [23] 杨虹琦,周冀衡,杨述元,等. 不同产区烤烟中主要潜香型物质对评吸质量的影响研究[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2005, 31(1): 11–14.
- [24] 卢秀萍,许仪,许自成,等. 不同烤烟基因型主要挥发性香气物质含量的变异分析[J]. 河南农业大学学报, 2007, 41(2): 142–148.
- [25] 韩锦峰,张志勇,刘华山,等. 烟草腺毛及其分泌物西柏三烯醇类物质的研究进展[J]. 中国烟草学报, 2013, 19(5): 118–124.

责任编辑: 罗慧敏

英文编辑: 罗维